

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-280521

(43)Date of publication of application : 06.10.1992

(51)Int.Cl.

H04B 10/18

H04J 14/02

H04N 7/22

(21)Application number : 03-043893

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP  
<NTT>

(22)Date of filing : 08.03.1991

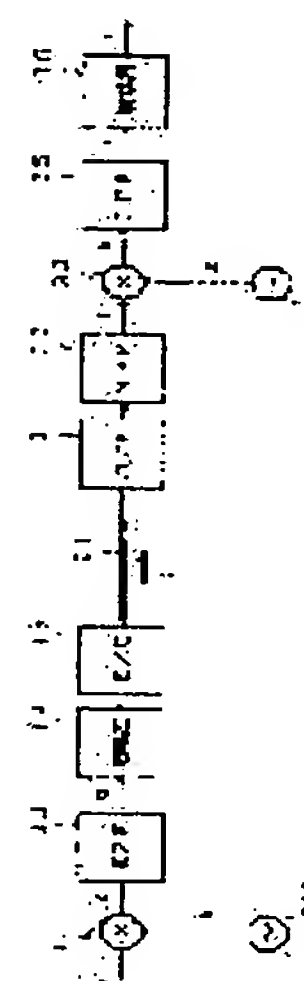
(72)Inventor : TSUCHIYA TOSHIYUKI  
SHIRAISHI TAKASHI  
OGUSHI HIROSHI

## (54) OPTICAL TRANSMISSION SYSTEM

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To avoid degradation in the quality of a signal by changing the frequency band of a transmission signal so that intermodulation secondary distortion due to the added frequency is caused at a frequency higher than a transmission band and secondary distortion due to difference frequency is caused at a frequency lower than the transmission band.

**CONSTITUTION:** A signal (d) is converted into an optical signal by a synthesizer 11, a signal generator 12, an HPF 13 and an amplifier 14 and transmitted so that intermodulation secondary distortion (f1+f2) by carriers f1, f2 is set to a frequency higher than a transmission band and intermodulation secondary distortion (f60-f1) by carriers f1, f60 is set to a frequency lower than the transmission band. The frequency band of the signal (d) is set to 490-868MHz, then the intermodulation secondary distortion (fn+fa) is set to 988.5MHz or above and the secondary distortion (fn-fa) is selected to be 354MHz or below so that they are not overlapped with the transmission band while holding a sufficient guard band therebetween. Thus, even when the analog optical signal (e) of 1.55  $\mu\text{m}$  is transmitted through an optical fiber cable 21 whose zero dispersion wavelength is 1.3 $\mu\text{m}$ , the transmission signal (a) is not affected by the intermodulation secondary distortion.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-280521

(43) 公開日 平成4年(1992)10月6日

(51) Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 B 9/00	M	8426-5K		
	E	8426-5K		
H 0 4 N 7/22		8943-5C		

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平3-43893

(22) 出願日 平成3年(1991)3月8日

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社  
東京都千代田区内幸町一丁目1番6号

(72) 発明者 土屋 敏之

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日  
本電信電話株式会社内

(72) 発明者 白石 俊

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日  
本電信電話株式会社内

(72) 発明者 大串 宏

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日  
本電信電話株式会社内

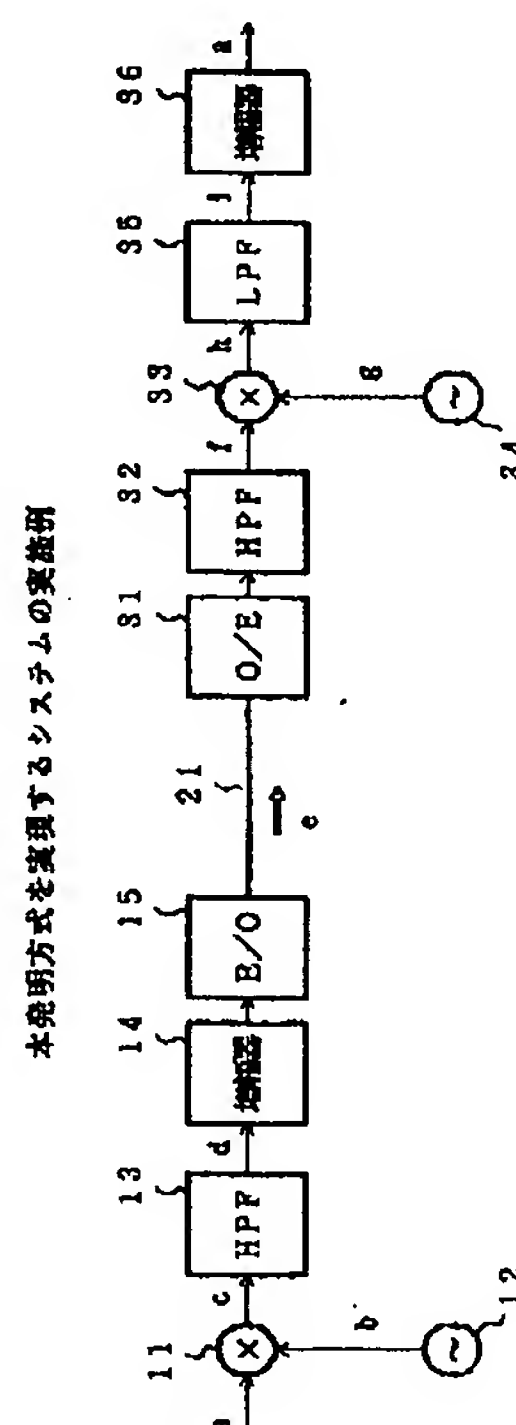
(74) 代理人 弁理士 古谷 史旺

(54) 【発明の名称】 光伝送方式

(57) 【要約】

【目的】 本発明は、零分散波長が $\lambda_c$ の光ファイバケーブルを使用して波長 $\lambda_0$ の光を伝送する光伝送方式に関し、相互変調2次歪による信号の品質劣化を回避することを目的とする。

【構成】 送信側には、相互変調2次歪のうち、和周波数による相互変調2次歪が伝送帯域より上方に、また差周波数による相互変調2次歪が伝送帯域より下方になるように該伝送信号の周波数帯域を変換する周波数変換手段と、該周波数変換された出力信号のうち低周波側の出力信号を除去する濾波手段とを備え、受信側には、相互変調2次歪のうち、差周波数による相互変調2次歪成分の信号を除去する第一の濾波手段と、該第一の濾波手段の出力信号の周波数帯域をもとの伝送信号の周波数帯域に変換する周波数変換手段と、該周波数変換された出力信号のうち高周波側の出力信号を除去する第二の濾波手段とを備える。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定の周波数帯域で周波数多重化された伝送信号を所定の波長の光に変換して伝送する光伝送方式において、前記各伝送信号による相互変調2次歪のうち、和周波数による相互変調2次歪が伝送帯域より上方に、また差周波数による相互変調2次歪が伝送帯域より下方になるように該伝送信号の周波数帯域を変換することを特徴とする光伝送方式。

【請求項2】 所定の周波数帯域で周波数多重化された伝送信号を光ファイバケーブルの零分散波長と異なる波長の光に変換し、該光ファイバケーブルを介して伝送する光伝送方式において、送信側には、前記周波数帯域内の各伝送信号による相互変調2次歪のうち、和周波数による相互変調2次歪が伝送帯域より上方に、また差周波数による相互変調2次歪が伝送帯域より下方になるように該伝送信号の周波数帯域を変換する周波数変換手段と、該周波数変換された出力信号のうち低周波側の出力信号を除去する濾波手段とを備え、受信側には、送信側でアップコンバートされて伝送された信号に発生している相互変調2次歪のうち、差周波数による相互変調2次歪成分の信号を除去する第一の濾波手段と、該第一の濾波手段の出力信号の周波数帯域をもとの伝送信号の周波数帯域に変換する周波数変換手段と、該周波数変換された出力信号のうち高周波側の出力信号を除去する第二の濾波手段とを備えたことを特徴とする光伝送方式。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、特定波長の光に対しては分散歪を生じない光ファイバケーブルを介して、特定波長と異なる波長 $\lambda_0$ の光を伝送する光伝送方式に関する。なお、分散歪を生じない特定波長を零分散波長 $\lambda_c$ という。

## 【0002】

【従来の技術】現在、加入者区間に敷設されている光ファイバケーブルは、零分散波長 $\lambda_c$ が $1.3\mu\text{m}$ であり（以下、この光ファイバケーブルを「 $1.3\mu\text{m}$ 用光ファイバケーブル」という。）、伝送している光の波長も $1.3\mu\text{m}$ である。一方、複数の波長の光を多重化伝送することにより伝送容量の拡大を図る波長多重化方式に対応して、既存の $1.3\mu\text{m}$ 用光ファイバケーブルに零分散波長以外の波長 $\lambda_0$ （たとえば $1.55\mu\text{m}$ ）の光を伝送したいという要求が高まっている。

【0003】また、例えば多チャネルの映像信号を周波数多重化した電気信号を光信号に変換して伝送する技術も一般的になっているが、この光信号（波長 $\lambda_0$ ）を既存の光ファイバケーブルを利用してその零分散波長 $\lambda_c$ の光と波長多重して伝送する場合には、相互変調2次歪により伝送品質の劣化をもたらすことが知られている。なお、この相互変調2次歪は、光ファイバケーブルの零分散波長以外の波長の光を伝送していることにより生じ

ていると考えられているが、その原因究明は今後の課題である。

【0004】図3は、FM-FDM（周波数変調一周波数多重化）信号に比べて、CSO（Composite Second Order）の要求条件が厳しいAM-FDM（振幅変調一周波数多重化）信号を電気・光変換した $1.55\mu\text{m}$ の光信号を、 $1.3\mu\text{m}$ 用光ファイバケーブルにより伝送した際に、伝送距離が長くなるに従って相互変調2次歪が発生し、CSOが劣化してくる様子を示す（M. Shigematsu et al, "Field test of multichannel AM-VSB transmission using erbium doped optical fiber amplifier at  $1.55\mu\text{m}$  wavelength range in the CATV network." OS A/IEEE, Topical Meeting on Optical Amplifiers and Their Application, WB3, Monterey, Aug. 1990）。

【0005】従来の同軸CATVサービスに使用されているAM-FDM信号は、 $90\text{MHz}$ ～ $468\text{MHz}$ の周波数帯域にあるが、この帯域の電気信号を零分散波長 $\lambda_c$ 以外の波長 $\lambda_0$ の光信号に変換して伝送する際に発生する相互変調2次歪について、図4を参照して説明する。なお、図4において、 $f_1 \sim f_{60}$ は、周波数多重化される各チャネル対応のキャリアを示す（各チャネルの周波数間隔は必ずしも等しくない）。

【0006】図4(1)において、キャリア $f_{18}$  ( $193.25\text{MHz}$ )とキャリア $f_{19}$  ( $199.25\text{MHz}$ )による相互変調2次歪 $f_{18} + f_{19}$  ( $392.5\text{MHz}$ )は、キャリア $f_{60}$  ( $391.25\text{MHz}$ )の側波帯内に発生する。また、図4(2)において、キャリア $f_1$  ( $91.25\text{MHz}$ )とキャリア $f_{16}$  ( $183.25\text{MHz}$ )による相互変調2次歪 $f_{16} - f_1$  ( $92\text{MHz}$ )は、キャリア $f_1$  ( $91.25\text{MHz}$ )の側波帯内に発生する。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】このように、零分散波長が $\lambda_c$ の光ファイバケーブルを使用して波長 $\lambda_0$ の光を伝送する場合には相互変調2次歪が発生する。したがって、波長 $\lambda_0$ の光が、例えば同軸CATVで使用する周波数帯域のAM-FDM信号を電気・光変換したものであれば、図4(3)に示すように様々なキャリアによる相互変調2次歪が伝送帯域内に発生する。

【0008】すなわち、キャリアの差周波数による相互変調2次歪 $f_2 - f_1$ の範囲①が $6\text{MHz}$  ( $f_2 - f_1$ )～ $354\text{MHz}$  ( $f_{60} - f_1$ )、キャリアの和周波数による相互変調2次歪 $f_2 + f_1$ の範囲②が $188.5\text{MHz}$  ( $f_1 + f_2$ )～ $884.5\text{MHz}$  ( $f_{59} + f_{60}$ )となり、同軸CATVに使用されている伝送帯域には、いずれかの相互変調2次歪が発生しているといえる。

【0009】したがって、所定の周波数帯域内の伝送信号を波長 $\lambda_0$ の光に変換し、零分散波長が $\lambda_c$ の光ファイバケーブルを使用して伝送した場合には、図3に示すCSOの劣化特性に示すように、長距離伝送することが困難になっていた。本発明は、零分散波長が $\lambda_c$ の光ファイバケーブルを使用して波長 $\lambda_0$ の光を伝送する場合



に、相互変調2次歪による信号の品質劣化を回避することができる光伝送方式を提供することを目的とする。

#### 【0010】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明は、所定の周波数帯域で周波数多重化された伝送信号を所定の波長の光に変換して伝送する光伝送方式において、前記各伝送信号による相互変調2次歪のうち、和周波数による相互変調2次歪が伝送帯域より上方に、また差周波数による相互変調2次歪が伝送帯域より下方になるように該伝送信号の周波数帯域を変換することを特徴とする。

【0011】請求項2に記載の発明は、所定の周波数帯域で周波数多重化された伝送信号を光ファイバケーブルの零分散波長と異なる波長の光に変換し、該光ファイバケーブルを介して伝送する光伝送方式において、送信側には、前記周波数帯域内の各伝送信号による相互変調2次歪のうち、和周波数による相互変調2次歪が伝送帯域より上方に、また差周波数による相互変調2次歪が伝送帯域より下方になるように該伝送信号の周波数帯域を変換する周波数変換手段と、該周波数変換された出力信号のうち低周波側の出力信号を除去する濾波手段とを備え、受信側には、送信側でアップコンバートされて伝送された信号に発生している相互変調2次歪のうち、差周波数による相互変調2次歪成分の信号を除去する第一の濾波手段と、該第一の濾波手段の出力信号の周波数帯域をもとの伝送信号の周波数帯域に変換する周波数変換手段と、該周波数変換された出力信号のうち高周波側の出力信号を除去する第二の濾波手段とを備えたことを特徴とする。

#### 【0012】

【作用】本発明は、所定の周波数帯域で周波数多重化された伝送信号を波長 $\lambda_0$ の光に変換し、零分散波長 $\lambda_c$ の光ファイバケーブルを使用して伝送する場合に、発生する相互変調2次歪が伝送帯域外になるように伝送信号の周波数帯域をアップコンバートすることにより、相互変調2次歪の影響を受けずに伝送することができる。

【0013】また、受信側では、伝送信号の周波数帯域と相互変調2次歪の周波数帯域とが分離されるので、相互変調2次歪の周波数帯域を除去したのちに元の周波数帯域にダウンコンバートすることができ、相互変調2次歪の影響をまったく受けない伝送信号を得ることができる。

#### 【0014】

【実施例】図1は、本発明方式を実現するシステムの実施例構成を示すブロック図である。なお、本実施例では、図4に示した同軸CATVサービスに使用されている周波数帯域(90MHz～468MHz)で周波数多重化された信号を伝送する場合について説明する。

【0015】図において、周波数多重化された伝送信号aは合波器11に入力され、信号発生器12から出力さ

れる周波数400MHzの信号bと合波され、変調された信号cとなる。信号cは、ハイパスフィルタ13を介してその高周波成分の信号(490MHz～868MHz)dが抽出され、増幅器14を介して増幅されて電気・光変換器(E/O)15に入力される。

【0016】電気・光変換器15は、信号dを1.55 $\mu$ mのアナログ光信号eに変換し、零分散波長1.3 $\mu$ mの光ファイバケーブル21に入射する。光ファイバケーブル21を介して伝送された光信号eは、光・電気変換器(O/E)31に入射されて電気信号に変換され、ハイパスフィルタ32を介して相互変調2次歪の低周波側が除去された信号fとなる。信号fは合波器33に入力され、信号発生器34から出力される周波数400MHzの信号gと合波され、変調された信号hになる。信号hは、ローパスフィルタ35を介してその低周波成分の信号(90MHz～468MHz)iとなり、増幅器36を介して伝送信号aとして取り出される。

【0017】以下、図2を参照して、本実施例の動作について説明する。伝送信号aは、キャリア $f_1 \sim f_{60}$ の信号が周波数多重化されている。ここで、相互変調2次歪は図4で説明したように、伝送帯域内の2つのキャリア周波数の和( $f_1 + f_2$ )および差( $f_1 - f_2$ )の周波数の信号により生じる。なお、相互変調2次歪 $f_1 + f_2$ の最小値は $f_1 + f_2$ であり、相互変調2次歪 $f_1 - f_2$ の最大値は $f_{60} - f_1$ である。

【0018】したがって、本実施例では、伝送帯域全体について、キャリア $f_1$ とキャリア $f_2$ による相互変調2次歪 $f_1 + f_2$ が伝送帯域より上方に、またキャリア $f_1$ とキャリア $f_{60}$ による相互変調2次歪 $f_{60} - f_1$ が伝送帯域より下方になるように、合波器11、信号発生器12、ハイパスフィルタ13および増幅器14により、アップコンバートしたのちに光信号に変換して伝送する。なお、伝送帯域と、和周波数の下限値あるいは差周波数の上限値との間は、周波数分離するときに十分な濾波特性が得られ、かつ伝送信号の群遅延歪の影響を回避できる十分なガード帯域を設定する。

【0019】本実施例では、アップコンバートされた信号dの周波数帯域を490MHz～868MHzとすることにより、相互変調2次歪 $f_1 + f_2$ が988.5MHz以上となり、相互変調2次歪 $f_1 - f_2$ が354MHz以下となって、伝送帯域とは十分なガード帯域を挟んで重ならないようにすることができる。したがって、1.55 $\mu$ mのアナログ光信号eを零分散波長1.3 $\mu$ mの光ファイバケーブル21により伝送しても、相互変調2次歪が伝送帯域該になるので伝送信号aが相互変調2次歪の影響を受けずに済む。

【0020】また、受信側では、受信した光信号を電気信号に変換したのちに、ハイパスフィルタ32を介して相互変調2次歪 $f_1 - f_2$ の信号を除去し、さらに合波器33、信号発生器34、ローパスフィルタ35および増幅器36により、もとの周波数帯域90MHz～468MHz

5

にダウンコンバートしてもとの伝送信号aを取り出す。したがって、伝送路（光ファイバケーブル21）で相互変調2次歪が発生しても、受信側で取り出される伝送信号aにはその影響を完全に排除することができる。

【0021】なお、図1に示す実施例では、90MHz～468MHzの周波数帯域を1個の合波器11でアップコンバートする構成を示したが、1個の合波器では帯域内に発生する相互変調2次歪が大きくなる場合も予想される。この場合には、90MHz～468MHzの周波数帯域を複数に分割し、分割された各帯域（例えばオクターブ単位）ごとにアップコンバートする処理を行っても、同様に本発明方式の周波数変換を実現することができる。なお、ダウンコンバートの場合には1個の合波器33で処理しても、帯域内に発生する相互変調2次歪の影響は、アップコンバート時に比べて無視できる。

【0022】

【発明の効果】以上説明したように本発明は、所定の周波数帯域で周波数多重化された伝送信号を光ファイバケーブルの零分散波長と異なる波長の光に変換して伝送するときに、伝送信号の周波数帯域をアップコンバートすることにより、伝送帯域と相互変調2次歪の発生する帯域とを分離することができる。

【0023】したがって、伝送信号の相互変調2次歪の影響を回避することができるので、波長多重化方式により零分散波長以外の波長の光を伝送する場合でも、高品

6

質かつ長距離光伝送を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明方式を実現するシステムの実施例構成を示すブロック図である。

【図2】アップコンバート時の周波数帯域と各チャネルのキャリアおよび相互変調2次歪との関係を示す図である。

【図3】波長1.55 $\mu$ mの光信号（AM-FDM信号）を1.3 $\mu$ m用光ファイバケーブルで伝送したときの光ファイバ長とCSOとの関係を示す図である。

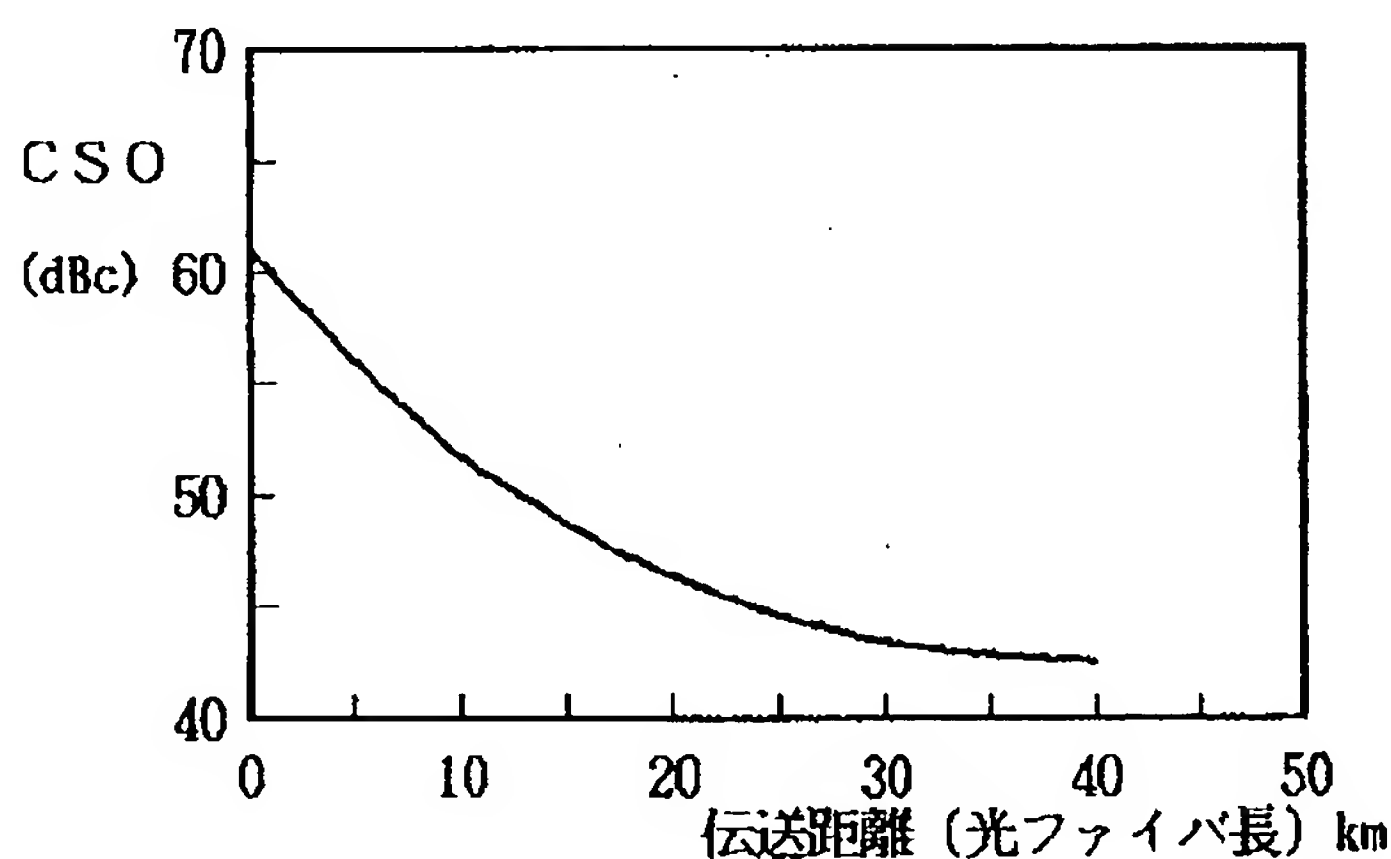
【図4】従来の伝送信号の周波数帯域と各チャネルのキャリアおよび相互変調2次歪との関係を示す図である。

【符号の説明】

- 11 合波器
- 12 信号発生器
- 13 ハイパスフィルタ
- 14 増幅器
- 15 電気・光変換器（E/O）
- 21 光ファイバケーブル
- 31 光・電気変換器（O/E）
- 32 ハイパスフィルタ
- 33 合波器
- 34 信号発生器
- 35 ローパスフィルタ
- 36 増幅器

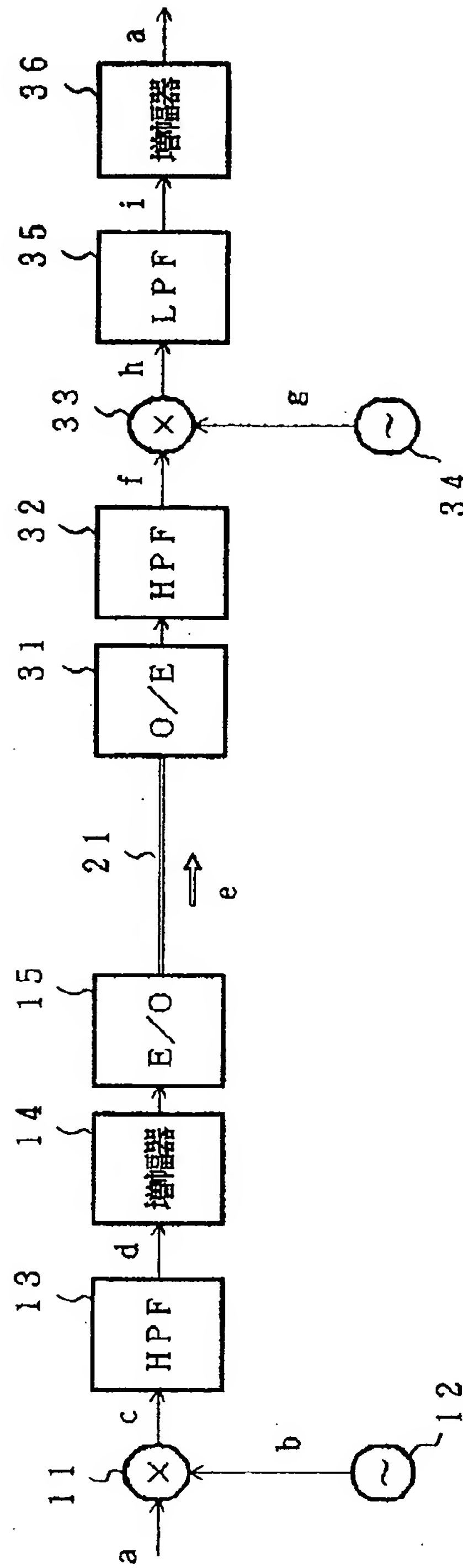
【図3】

### CSO特性



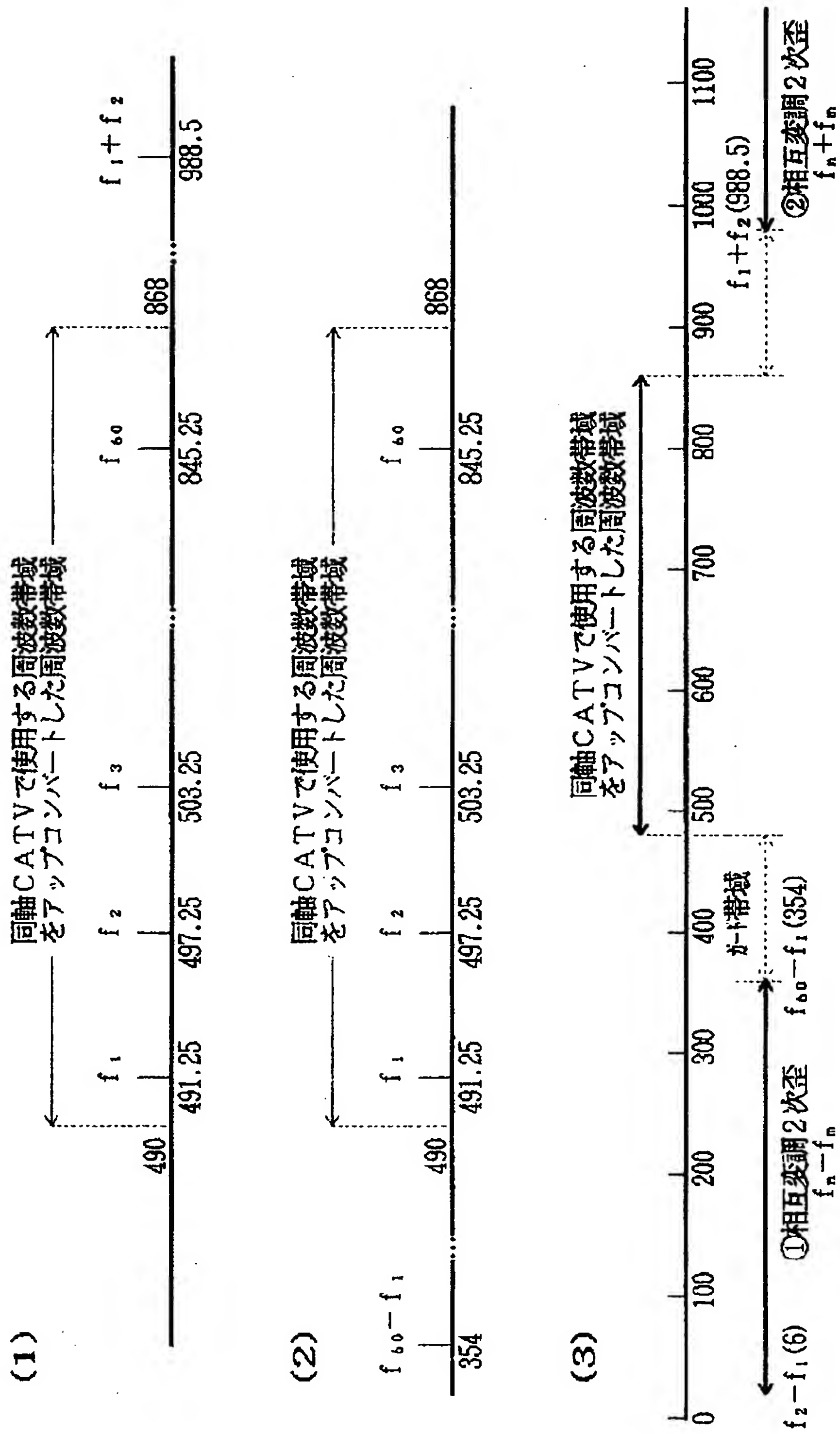
本発明方式を実現するシステムの実施例

【図1】



【図2】

本発明によるアップコンバート時の周波数帯域と各チャネルのキャリアおよび相互変調2次歪との関係





【図4】

従来の周波数帯域と各チャネルのキャリアおよび相互変調2次歪との関係

